

Colloque
emf 2006

Espace mathématique francophone
Sherbrooke • 27 au 31 mai 2006



Soumission de communication au thème 5 :

Instrumentations technologiques dans l'enseignement des mathématiques

Responsables :

Jean-Baptiste Lagrange, IUFM de l'Académie de Reims, DIDIREM Université Paris 7, France ;

Leila Lassoued, Université de Tunis, Tunisie ;

Meziane Aider, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediène, Algérie.

a) Informations personnelles (participant) :

Nom : Souchard

Prénom : Laurent

Adresse postale complète avec la mention du pays : Université de Sherbrooke, Faculté d'éducation, 2500 boul. de l'Université, J1K 2R1, Sherbrooke, Québec, Canada

Téléphone : ___(1) (819)___821 8000 poste 2435_____

Télécopieur : ___(1) (819)___821 6944_____

Courriel : Laurent.Souchard@Usherbrooke.ca et laurentsouchard@free.fr

Le nom de l'institution à laquelle vous êtes rattaché : Université de Sherbrooke, Faculté d'éducation, département de pédagogie.

b) Type de présentation (veuillez cocher celui qui s'applique) :



Compte-rendu de recherche;

Compte-rendu d'expérimentation ou de formation;

Analyse/réflexion.

Les Logiciels Tuteurs Fermés : des institutions complémentaires pour l'apprentissage

Résumé : Le thème 5 du colloque EMF 2006, Instrumentations des technologies dans l'enseignement des mathématiques, propose de présenter des cadres théoriques utilisés pour analyser les potentialités de ces technologies. Les Logiciels Tuteurs Fermés, LTF, présents depuis de nombreuses années dans l'enseignement primaire et secondaire prennent une place de plus en plus importante dans l'apprentissage des mathématiques des élèves. Il suffit pour s'en persuader d'analyser l'évolution du nombre de sites de soutien en ligne dédiés à l'apprentissage et au suivi des élèves en mathématiques. La Théorie Anthropologique du Didactique, TAD, nous permet de trouver un cadre pour théoriser cette place en utilisant le concept d'institution provenant de sociologues et d'anthropologues du vingtième siècle. Un élève construit son rapport à un savoir particulier à partir du rapport à ce savoir que lui propose une institution. Sa construction est d'autant plus solide qu'il a accès à de multiples institutions qui lui proposent d'autres positions de ce savoir. Pour déterminer avec plus de précision la place que peut jouer un LTF dans l'apprentissage des élèves et avant de nous intéresser aux objets de savoir, il est nécessaire de connaître les caractéristiques de ce concept d'institution dans le cadre de la TAD. Il est alors possible d'analyser les potentialités d'un LTF vu comme une institution complémentaire à l'institution principale que représente la classe et le professeur.

I. Introduction

La réussite du plus grand nombre d'élèves est une problématique¹ qui guide la plupart des systèmes scolaires aujourd'hui. Mais la réussite ne signifie simplement pas l'obtention d'un examen. En France, de nombreux élèves qui ont obtenu leur baccalauréat se retrouvent vite en situation d'échec à l'université ou dans le monde du travail. Pour faire en sorte que leurs enfants puissent poursuivre leurs études, de nombreux parents ont recours aux entreprises de cours particuliers. Le marché des cours particuliers est en plein essor et il suffit pour s'en convaincre de compter les publicités pour ce type d'entreprises dans le métro parisien. Tous les types d'élèves utilisent cet autre environnement de travail : les plus faibles pour essayer de se remettre au niveau comme les meilleurs pour rester parmi les plus forts. L'institution scolaire principale n'est pas la seule institution nécessaire à la réussite des élèves. Les professeurs le rappellent d'ailleurs sans arrêt aux réunions de parents quand ils précisent l'importance capitale du travail personnel de l'élève. Minimale, l'institution scolaire a besoin d'un deuxième environnement avec le travail à la maison pour que les élèves réussissent leur scolarité. Le travail à la maison est une institution complémentaire à l'institution principale, l'École. Les cours particuliers sont, pour beaucoup, une autre institution complémentaire souvent capitale pour la réussite à un haut niveau. Cette complémentarité de multiples institutions pour que la construction du savoir de chaque élève soit la plus efficace est au cœur de la théorie anthropologique du didactique de Yves Chevallard (1992). Nous nous plaçons dans ce cadre théorique pour découvrir les potentialités que l'informatique peut apporter à l'école et aux élèves pour aider à la création de nouvelles institutions complémentaires à l'institution scolaire principale. Nous commençons, à partir d'un exemple, par réfléchir à l'utilisation de la technologie informatique dans l'école, puis nous allons préciser et décrire les types de logiciels qui sont potentiellement les plus aptes à être considérés comme des institutions complémentaires, les Logiciels Tuteurs Fermés. Avant d'analyser cette potentialité, dans le cas des LTF, nous avons besoin de regarder de plus près les conditions qui font une institution dans la démarche anthropologique. Au regard de ces conditions, nous analysons ensuite les potentialités de diverses institutions complémentaires dont les LTF.

II. L'intégration de l'informatique dans la classe

L'informatique, les calculatrices, les logiciels, les technologies liées aux circuits intégrés, toutes ces problématiques sont présentes dans l'école depuis plus de quarante ans. Le logiciel LOGO est un des premiers et a été « conçu entre 1963 et 1967, par la firme Bolt, Beranek and Newman, Inc., dans le cadre d'un contrat avec la Marine » (Chaptal, 2003, p. 45). La géométrie dynamique est elle aussi ancienne, par exemple, avec le logiciel Cabri créé dans les années 80. La calculatrice électronique scientifique apparaît dans les années 70 et est autorisée aux examens, en France, dans l'enseignement secondaire depuis le début des années 80. Son intégration pose toujours autant de difficulté et ses potentialités sont souvent sous exploitées. Luc Trouche (2003) nous décrit une activité de recherche utilisant pleinement les potentialités d'une calculatrice formelle et conclut en précisant :

Cela « marche », à cause des conditions très particulières de l'expérimentation : un professeur expert, des élèves d'un très bon niveau, une équipe de chercheurs suivant l'expérience, tous équipés du même type de calculatrice et très motivés pour participer à ce dispositif-pilote. Mais il s'est avéré impossible de transférer ce type d'activité à des classes « ordinaires ». L'impossibilité de ce transfert est liée sans doute à la faiblesse de la réflexion sur les orchestrations instrumentales accompagnant nécessairement cette activité. Cette activité est en effet très complexe. (Trouche, 2003, p. 18)

Cette impossibilité aurait sans doute été constatée de la même façon si des ordinateurs avec des logiciels de calcul formel ou des logiciels de géométrie dynamique avaient été utilisés. L'hypothèse avancée ici soulève la faiblesse de réflexion sur les orchestrations instrumentales qui sont définies dans le même article :

¹ Le terme « problématique » est utilisé dans notre travail pour indiquer un ensemble de questions se rapportant à un thème et dont les réponses n'apportent pas encore de solutions satisfaisantes.

Une orchestration instrumentale est définie par des *configurations didactiques* (c'est-à-dire l'agencement des outils disponibles dans l'environnement, un agencement pour chaque étape du traitement mathématique) et par les *modes d'exploitation* de ces configurations. (Ibid. p. 13)

L'orchestration dont il est question doit avoir lieu dans une institution :

J'ai introduit le terme d'*orchestrations instrumentales* pour répondre à la nécessité (pour une institution donnée : par exemple une classe et son professeur) d'un guidage externe des genèses instrumentales² des élèves. [...] On trouve par contre rarement des informations sur l'organisation de l'environnement, i.e. sur l'organisation du temps et de l'espace de l'étude, pour les élèves comme pour le professeur. (Ibid. p. 13)

L'orchestration instrumentale pourrait avoir lieu dans l'institution principale, la classe avec le professeur, lui-même chargé de cette orchestration instrumentale. Mais il semble que l'institution classique de la classe ne peut pas être l'institution dans laquelle cette orchestration instrumentale soit une réussite et l'organisation de l'environnement semble un aspect très important qui peut transformer profondément l'institution principale. Notre hypothèse est que la difficulté ne vient pas avant tout de la faiblesse de réflexion sur les orchestrations instrumentales mais du type d'institution dans laquelle celles-ci sont réalisables. Luc Trouche nous décrit une institution particulière qui a été le cadre d'une expérimentation en 1998 : des élèves, des calculatrices formelles, un système de tablette de rétro projection, un professeur expert de la calculatrice, une équipe de chercheurs. Une institution particulière, qui n'a pas grand-chose à voir avec l'institution de la classe ordinaire, a été créée autour de l'usage de la calculatrice formelle et cette création s'est faite en amont. Souligner le fait qu'il soit impossible de transférer ce type d'activité à des classes ordinaires soulève avant tout le problème du type d'institution dans laquelle ce type d'activité est possible et Luc Trouche soulève le problème. Pour intégrer une activité de recherche mathématique avec une calculatrice formelle ou un logiciel de calcul formel dans une classe, il semble avant tout nécessaire de créer l'institution ad hoc, dans laquelle les élèves doivent avoir une place centrale, cela va sans dire. Une des solutions est celle qui consiste à ajouter des personnes particulières à l'institution classique comme nous l'avons décrit plus haut avec des chercheurs et des professeurs experts. Il n'y a pas dans cette démarche de recherche de création d'institution complémentaire à l'institution classique. Dans la réalité, le professeur de la classe, dans l'institution principale, est chargé d'instrumenter l'outil informatique, comme un logiciel de calcul formel, un logiciel de géométrie dynamique, un tableur et, de ce fait, il doit instrumentaliser la classe. Comme le souligne Luc Trouche, une telle démarche est souvent impossible dans une classe ordinaire. Une autre solution consiste à créer, par analogie avec l'institution classique, un environnement de travail, une nouvelle institution complémentaire où l'élève est pris en charge par le logiciel et où le professeur est libéré d'une certaine orchestration instrumentale et n'a donc pas tout à créer. Nous parlons des logiciels tuteurs fermés ou LTF.

III. Les logiciels tuteurs fermés

D'autres types d'expériences ont lieu aujourd'hui qui intègre l'informatique dans les pratiques d'apprentissage des élèves. Par exemple, les logiciels d'entraînement de mathématiques en ligne 123maths et Ami collègue³ nous montrent deux professeurs qui ont conçu leur propre logiciel et qui ont organisé l'apprentissage de leurs élèves et leur nouvelle classe autour du logiciel. Ils ont ainsi créé une nouvelle institution qui n'a plus grand-chose à voir avec la classe ordinaire. Les professeurs, non créateurs, qui utilisent ce type de sites avec ces élèves sont de plus en plus nombreux et l'expérience de Mathenpoche⁴ est à ce titre significatif. Commençons par préciser le vocabulaire qui décrit ce type de logiciel car les expressions pour désigner les logiciels dédiés à l'enseignement sont légions : didacticiel, exerciceur, tuteur intelligent, tuteur artificiel, monde virtuel, environnement d'apprentissage, programme d'apprentissage automatique, système multi utilisateur, micromonde (Bruillard, 1997). Aujourd'hui, pour parler de tous ces outils informatiques dédiés à l'enseignement et l'apprentissage, nous utilisons l'expression EIAH, environnement informatique

² Nous reprenons, en annexe, le schéma de Luc Trouche (2003) qui décrit la genèse instrumentale.

³ Sites accessibles aux adresses <www.123maths.com> et <www.amicollege.com> ; consultés en janvier 2006.

⁴ Site accessible à l'adresse <www.mathenpoche.com> ; consultés en janvier 2006.

d'apprentissage humain, qui est « un environnement informatique conçu dans le but de favoriser l'apprentissage humain, c'est-à-dire la construction des connaissances chez l'apprenant » (Tchounikine, 2004, p. 1).

Afin de décrire « le degré d'ouverture du contenu du logiciel », les expressions de logiciel ouvert ou fermé sont aussi utilisées (Abboud Blanchard, 1994, p. 22, 54 et 78). La didactique des mathématiques ne s'intéresse pas à la relation de l'élève au savoir, mais prend aussi en compte le rôle de l'enseignant pour juger de la pertinence des tâches mathématiques proposées à l'élève, de sa place dans la classe, de son influence qu'il exerce sur les apprentissages des élèves. Nous avons donc mis en place, pour décrire les logiciels auxquels nous nous intéressons, qui sont avant tout des EIAH, une dénomination dans laquelle apparaissent à la fois l'élève et l'enseignant.

En ce qui concerne l'élève, nous nous inspirons de l'approche de Nicolas Balacheff et son modèle de l'apprenant pour modéliser l'interaction entre l'élève et la machine.

Du point de vue de l'initiative de l'apprenant, les systèmes se disposent sur un continuum qui va de l'absence d'initiative à la liberté totale :

Tuteur : il se base sur le dialogue tutoriel qui est un accompagnement directif d'une résolution de problème qui ne tolère pas les erreurs. Les critiques à ce modèle se basent sur le fait que l'apprentissage est réduit à une sorte de dressage aux réactions du tuteur.

Micromonde : ce système laisse toute l'initiative à l'élève ; sa seule contrainte est l'utilisation d'une syntaxe et d'un lexique précis. Les critiques insistent sur le manque évident de buts et de contrôle de l'activité.

Coach : il laisse une liberté apparente ; il n'y a pas de feedback systématique aux erreurs de l'élève, toutefois certaines règles permettent au système de planifier l'interaction, en fonction des comportements de l'apprenant, pour rejoindre des buts. (Balacheff, Vivet, 1994)

En ce qui concerne le continuum que propose Nicolas Balacheff qui va de l'absence d'initiative pour le tuteur à la liberté totale pour le micromonde, la question du continu se pose. Un micromonde ne peut pas devenir un tuteur par une suite de transformations continues car cela nécessiterait la création, à partir d'une certaine étape, d'un tuteur pour que l'élève soit suivi individuellement. Entre le moment où le micromonde est créé et le moment où le tuteur est ajouté pour personnaliser l'usage du micromonde, il ne peut y avoir de continuité car il y a avant la création du tuteur et après la création du tuteur. Nous renvoyons le lecteur à l'évolution du logiciel Aplusix qui est une illustration de cette création d'un tuteur dans un micromonde. Nous pouvons par contre imaginer différents types de tuteurs et le continuum va du tuteur totalement directif et qui ne laisse aucune marge de liberté à l'apprenant à celui qui met en place une découverte guidée et qui laisse à l'apprenant une marge de liberté non négligeable.

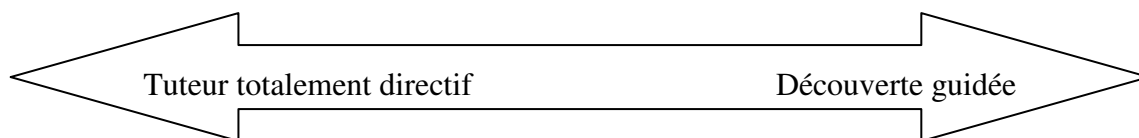


Figure 1 : Axe Tuteur dans la relation élève/logiciel

Nous reprenons notre définition de 2003 en ce qui concerne l'enseignant :

Dans notre travail, nous considérons qu'un didacticiel est ouvert s'il laisse suffisamment d'initiative au professeur, s'il lui permet de mettre en place une pédagogie personnelle. À l'inverse, un didacticiel est fermé si la structure du programme ou les exercices programmés dans le logiciel ne laissent que peu de place à l'esprit créateur du professeur et à l'expression de sa propre pédagogie ; le logiciel est fermé si l'enseignant doit s'adapter totalement à l'organisation pédagogique du produit. (Souchard, 2003, p. 3)

Nous pouvons dans ce cas aussi faire apparaître un continuum qui va du logiciel totalement ouvert où l'enseignant doit tout créer, au logiciel entièrement fermé où l'enseignant n'a aucune marge de manœuvre au niveau de la gestion des organisations pédagogique et didactique.

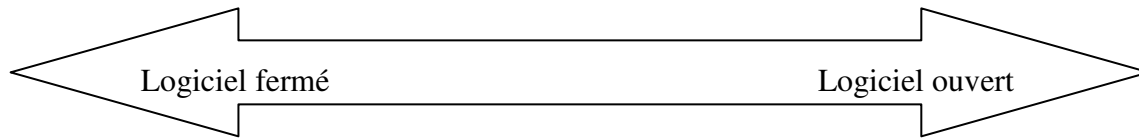


Figure 2 : Axe Ouvert/fermé dans la relation professeur/logiciel

Avant d'analyser les potentialités pour l'organisation de l'apprentissage des élèves à considérer un LTF en tant qu'institution, il est nécessaire d'aller voir de plus près ce qui fait une institution dans le cadre anthropologique.

IV. Les institutions chez Mary Douglas

Yves Chevallard se réfère à Douglas (2004) lorsqu'il utilise le concept d'institution qu'il place au cœur de sa démarche théorique (Chevallard, 2003, p. 82).

Le but de Douglas est « d'éclairer la mesure dans laquelle la pensée dépend des institutions » (Douglas, 2004, p. 37). Pour cela, elle a choisi de se placer dans un cadre théorique, qui provient de Durkheim et Fleck (cité par Douglas, 2004, p. 29-40), basé sur le concept de solidarité et de coopération. Pour eux, la solidarité n'est possible que si les individus possèdent les mêmes catégories de pensée. Ces positions théoriques sont en contradiction avec celles qui nous indiquent que chaque être pensant est un individu souverain comme la théorie du choix rationnel individuel qui considère que le comportement rationnel de l'individu se fonde sur des motifs individualistes, sur son intérêt. Durkheim considère que la pensée individuelle a une origine sociale ; les individus ont des représentations collectives au sein d'un groupe social. Fleck quant à lui insiste sur les bases sociales de la cognition ; un individu fait partie d'un collectif de pensée et sa pensée subit une emprise absolue de la part du style de pensée dominant dans le collectif de pensée, style de pensée qui est invisible aux membres du collectif de pensée. Le groupe social défini par un style de pensée spécifique est, aujourd'hui, plutôt désigné chez les socio-anthropologues par l'expression « monde de pensée ». Mais la question à laquelle tous veulent répondre est celle de « l'émergence de l'ordre social » (Ibid., p. 50). Les critiques à propos de Durkheim se portent sur l'importance qu'il octroie à la religion pour entretenir la solidarité du groupe social. Et pour Fleck, c'est la structure générale collective de pensée qui va, grâce à son style de pensée, faire en sorte que le groupe social perdure. Ce cercle vertueux ne satisfait pas nombre de ses opposants. Il est donc nécessaire de développer une double approche : une de type cognitif qui traite de l'individu dans le groupe social, et une de type transactionnel qui traite des raisons pour lesquelles l'individu fait partie du groupe social.

Mary Douglas montre que, pour des institutions, « leurs petites tailles ne rend pas compte de l'origine des communautés fondées sur la coopération » (Ibid., p. 63), et remet en cause le postulat que « la théorie du choix rationnel ne s'applique pas aux communautés de petites tailles ». Même dans une petite communauté, l'individu doit trouver son intérêt dans l'action collective. Le choix rationnel de l'individu de faire ou non parti d'un collectif s'applique aussi aux collectifs de petites tailles. Cette remarque est importante car elle permet une extension de la notion d'institution à de nombreux groupes sociaux, indépendamment du nombre d'individus qui les composent. La taille du groupe ne va pas faire partie des conditions d'existence d'une institution.

Mary Douglas entend

institution au sens de groupement social légitimé. L'institution en question peut être une famille, un jeu ou une cérémonie ; l'autorité légitimante peut venir d'une personne ou bien se fonder sur un consensus ou sur un principe fondateur. Ce qu'on exclut ici sous le nom d'institution, ce sont des arrangements pratiques purement utilitaires ou provisoires et reconnus comme tel. (Ibid., p. 81)

Une institution est donc avant tout un groupement social. Celui-ci est légitimé. Pour cela, il est nécessaire qu'il existe une autorité légitimante. Celle-ci peut venir d'une personne : père, juge, arbitre, maître d'hôtel ... Celle-ci peut se fonder sur un consensus. Celle-ci peut se fonder sur un principe fondateur général. Une institution ne peut être : un arrangement pratique purement utilitaire. Une institution ne peut être : un arrangement pratique provisoire. Une institution existe dans la durée et/ou la régularité.

« Toute institution a besoin d'une définition qui fonde sa vérité en raison et en nature » (Ibid., p. 79). Pour fonder sa vérité en nature, une institution a besoin d'analogie avec la nature⁵. Mais ces « analogies fondatrices doivent rester cachées et l'emprise du style de pensée sur le monde de pensée doit rester secrète » (Ibid., p. 79). Une fois naturalisée, une institution fait partie de l'ordre universel et va à son tour servir de fondement. Elle fonde alors sa vérité en raison. Les institutions tirent leur stabilité d'un principe stabilisateur de récurrence formelle : dès qu'une analogie a été trouvée et va fonder l'institution, celle-ci tire sa vérité d'elle-même. « Le processus à l'œuvre dans la création d'une institution est un processus cognitif » (Ibid., p. 81). C'est ce processus qui fonde l'institution en raison et en nature.

C'est l'institution qui confère l'identité de l'individu. Mais celui-ci fait partie d'un nombre important d'institutions distinctes et, souvent, sans lien entre elles. L'identité de l'individu va donc se construire au fur et à mesure de l'appartenance à différentes institutions.

Chaque type de communauté est un monde de pensée, qui s'exprime dans son propre style de pensée, pénètre la pensée de ses membres, définit leur expérience et met en place les repères de leur conscience morale. (...) Les individus ne peuvent prendre de grandes décisions que dans le cadre des institutions qu'ils construisent. (Ibid., p. 175)

Par exemple, passer un examen n'a de sens que dans le cadre d'une institution particulière et son importance dépend de la place que l'individu veut obtenir dans l'institution dont il veut faire partie et donc participer à sa construction.

Pour résumer :

- 1) Une institution est avant tout un **groupement social**. Mais, la taille du groupe ne fait pas partie des conditions d'existence d'une institution.
- 2) Celui-ci doit être **légitimé**. Pour cela, il est nécessaire qu'il existe une autorité légitimante. Celle-ci peut venir d'une personne : père, juge, arbitre, maître d'hôtel ... Mais elle peut aussi se fonder sur un consensus ou sur un principe fondateur général.
- 3) Une institution existe dans **la durée et/ou la régularité**. Une institution ne peut pas être un arrangement pratique purement utilitaire, ni un arrangement pratique provisoire.
- 4) Une institution a besoin d'une définition qui fonde sa **vérité en raison et en nature**. Pour fonder sa vérité en nature, une institution a besoin d'analogie avec la nature, avec ce qui existe. Dès qu'une analogie a été trouvée et va fonder l'institution, celle-ci tire sa vérité d'elle-même.

V. Des institutions complémentaires

Nous allons reprendre les environnements de travail qui aident l'élève à gérer son apprentissage en vérifiant si, potentiellement, ils peuvent être vus comme des institutions complémentaires à l'institution principale, l'école avec la classe et son professeur.

A. Le travail à la maison

Le travail à la maison peut être vu comme une institution :

- 1) groupement social : l'enfant travaille avec ses parents ou frères et sœurs ;
- 2) légitimé : par les parents et le professeur ; par l'institution dominante ;
- 3) régularité : tous les jours et pendant toute l'année scolaire ;
- 4) vérité en nature et en raison : valorisation par l'institution dominante des efforts faits à la maison et nécessité de son existence pour la réussite des élèves dans l'institution principale.

Il existe peu d'enseignants qui ne mettent pas en avant l'importance du travail à la maison comme condition nécessaire pour la réussite des élèves. Réussir à l'école sans un travail régulier à la maison est pratiquement

⁵ Le terme de « nature » est utilisé chez Mary Douglas dans le sens de conformité à un modèle, une catégorie, à une structure reconnue.

impossible aujourd'hui. Le professeur n'intervient pas directement sur le travail fait à la maison mais fait en sorte qu'il soit réalisé. Un élève est vite sanctionné si son travail à la maison n'est pas effectué. La complémentarité est ici assez claire et est revendiquée par l'institution principale.

Mais, il suffit d'avoir travaillé quelques années en tant qu'enseignant dans des quartiers où les habitants sont de condition modeste pour savoir que le travail à la maison n'est pas systématique. Il suffit qu'une des quatre conditions ne soit pas vérifiée pour constater, souvent, des difficultés d'apprentissage des élèves :

- 1) groupement social : l'enfant travaille toujours tout seul ;
- 2) légitimité : l'important est de s'occuper des petits frères et sœurs et non de passer du temps dans les livres ;
- 3) régularité : une fois de temps en temps, avant les contrôles ;

Le travail à la maison, institution complémentaire nécessaire pour la réussite de l'élève, ne trouve pas toujours toutes les conditions pour exister comme une véritable institution.

B. Les associations d'aide aux devoirs

Dans de nombreuses villes, des associations d'aide aux devoirs permettent aux élèves dont l'environnement familial ne facilite pas le travail à la maison de remplacer celui-ci. Une telle association peut être vue, potentiellement comme une institution car :

- 1) groupement social : l'enfant travaille avec des professeurs de l'association et/ou avec d'autres élèves ;
- 2) légitimité : par les parents, quelquefois par le professeur ; par la ville qui finance souvent l'association ;
- 3) régularité : tous les jours et pendant toute l'année scolaire ; pendant les vacances ;
- 4) vérité en nature et en raison : les élèves font effectivement leur travail pour l'école.

Pour de nombreux enfants, ces associations sont leur seul espoir de réussite future : c'est donc une institution complémentaire souvent fondamentale pour eux. Mais encore une fois, il suffit qu'une des conditions ne soit plus remplie pour qu'une telle association ne remplisse pas le rôle d'institution pour quelques élèves. Par exemple, si l'élève ne vient pas régulièrement, la condition 3 n'est plus vérifiée ; ou s'il en profite pour naviguer sur Internet au lieu de faire son travail, la nature et la raison de l'association ne sont plus fondées.

C. Les cours particuliers

La complémentarité des cours particuliers avec le travail en classe est souvent pointée par des professeurs de la classe dans le cas d'un élève qui a beaucoup de retard ou dans le cas d'un élève qui vise l'excellence et cela est particulièrement vrai en mathématiques. Les cours particuliers ont tout pour être considérés comme une institution complémentaire :

- 1) groupement social : l'enfant travaille avec son professeur de cours particulier et quelquefois deux ou trois autres élèves ;
- 2) légitimité : par les parents et le professeur ; par l'institution dominante ;
- 3) régularité : cela dépend du type de cours, mais une régularité est nécessaire pour espérer des résultats : 5 cours, 10 cours, toutes les semaines de l'année scolaire, une semaine pendant les vacances ;
- 4) vérité en nature et en raison : l'argent payé par les parents aide à fonder la vérité d'un cours en nature ; et dans ce cas, il est aussi fondé en raison. La publicité et la bonne santé financière et le nombre des entreprises spécialisées en cours particulier aident aussi à fonder leur vérité en nature et en raison.

Le nombre d'élèves qui semblent utiliser les services de ces entreprises permet de considérer les cours particuliers comme de véritables institutions complémentaires à l'institution principale pour de nombreuses familles. Des élèves qui ont l'habitude de cette complémentarité ont ensuite beaucoup de difficulté à se passer de cette institution souvent si complémentaire à l'institution principale.

D. Les Logiciels Tuteurs Fermés

Nous allons maintenant vérifier comment un logiciel tuteur fermé peut être considéré, potentiellement, comme une institution complémentaire à l'institution principale dans laquelle les élèves apprennent les mathématiques, c'est-à-dire, la classe avec le professeur et les élèves.

- 1) groupement social : les élèves de la classe avec le professeur si les élèves vont utiliser le LTF en salle d'informatique ;
- 2) légitimité : l'autorité légitimante est le professeur de l'institution dominante qui décide de l'usage du LTF. Il doit installer ses élèves dans un nouvel environnement d'apprentissage et faire en sorte que celui-ci devienne une nouvelle institution d'apprentissage. Il doit agir de la même façon que lorsqu'il conseille à des parents de faire prendre des cours particuliers à leur enfant. Le professeur fait en sorte d'installer son élève dans une nouvelle institution d'apprentissage dont il ne maîtrise pas plus le contenu que la forme. Là où la situation est différente, c'est que le professeur est celui qui doit gérer le travail de l'élève dans la nouvelle institution sans pouvoir agir directement sur celle-ci. C'est un peu comme si le professeur assistait au cours particulier sans intervenir, même si les propos du responsable du cours particulier ne sont pas à son goût. Une intervention inopinée de sa part pourrait casser la confiance de l'élève pour son nouveau professeur et, dans le même temps, détruire les effets bénéfiques espérés du cours particulier. La situation du professeur en salle d'informatique est comparable lorsque ses élèves travaillent avec un LTF : le professeur doit faire en sorte que les élèves soient le plus possibles ancrés dans le logiciel et faire en sorte que cette institution soit le plus complémentaire possible à l'institution principale. Le professeur doit donc faire preuve d'un véritable don d'ubiquité : il doit être celui qui légitime le LTF en tant qu'institution et celui qui va gérer la complémentarité entre l'institution classe, dont il fait partie, et le LTF dont il ne fait pas partie.
- 3) régularité : les élèves vont travailler avec le LTF, par exemple, une fois par semaine pendant toute l'année scolaire ;
- 4) vérité en nature et en raison : les LTF sont en général conçus par des équipes qui utilisent toutes les analogies possibles avec les institutions scolaires, les institutions d'apprentissages dominantes, ce qui permet à ces logiciels de fonder leur vérité en nature. Ils sont conformes avec ce qui se fait d'ordinaire dans les classes ou dans les livres, les exercices et les cours sont en général assez classiques et il n'y a pas de difficulté à trouver des fondements en raison de ces LTF.

L'analogie avec l'institution principale est fondamentale pour les logiciels tuteurs fermés car c'est ce qui va permettre à l'élève d'avoir l'impression qu'il entre dans un nouvel environnement de travail, dans une nouvelle institution où son travail va être vérifié et évalué, où ses erreurs seront sanctionnées, comme il a l'habitude dans son institution principale depuis de nombreuses années.

VI. Conclusion

Comme nous l'avons déjà souligné, l'institution est au cœur de la démarche anthropologique de Chevallard.

Une institution vit par ses acteurs, c'est-à-dire par les personnes qui lui sont assujetties – qui en sont les sujets – et la servent (ou la desservent), consciemment ou non. Réciproquement, une personne émerge de l'assujettissement d'un individu à une foule d'institutions, dont cette personne est un plus ou moins bon sujet (et dont elle peut être un mauvais sujet). La liberté des personnes résulte de la puissance que leur confèrent leurs assujettissements institutionnels, jointe à la capacité de faire jouer contre tel ou tel joug institutionnel tel autre assujettissement – auquel, du reste, on aura peut-être voulu se soumettre dans une pure visée de libération. (Chevallard Y., 2003 a, p. 3)

L'assujettissement d'un individu à une institution se crée à partir de la construction du rapport à un savoir que l'élève se construit dans le cadre d'une institution. Il a, la plupart du temps, besoin de créer d'autres rapports à ce savoir dans le cadre d'autres institutions. C'est dans la complémentarité ou dans la confrontation de ses rapports institutionnels à ce savoir que la personne va se construire son propre rapport à ce savoir. La géométrie dynamique à travers de nombreux logiciels propose un autre accès qu'avec le papier et le crayon aux concepts géométriques présents dans l'institution principale. Intégrer un logiciel de géométrie dynamique dans une classe ordinaire ne permet pas de profiter des potentialités du logiciel. Il faut travailler dans une salle d'informatique ou avec des ordinateurs portables dans la classe ; le professeur doit organiser un apprentissage spécifique du logiciel ; il doit faire aussi appel aux spécialistes du logiciel pour mettre en place des activités. Il doit, en réalité, créer une nouvelle institution complémentaire à sa classe pour que l'apprentissage de la géométrie par la géométrie dynamique puisse être positif pour les élèves de sa classe. Cette création est souvent une difficulté insurmontable dans de nombreuses écoles. Un LTF de géométrie dynamique peut permettre au

professeur de palier à cette difficulté car sa charge de travail n'est plus de devenir un professeur expert de géométrie dynamique et de créer les activités d'apprentissage pour ces élèves. Le professeur doit être celui qui fait travailler ces élèves dans la nouvelle institution pour que ceux-ci en profitent au maximum et que la confrontation avec l'institution principale soit constructive. Le professeur doit orchestrer les institutions auxquelles l'élève doit s'assujettir pour apprendre.

Notre travail de recherche a consisté à analyser les potentialités de plusieurs LTF pour être orchestrés comme des institutions complémentaires pour l'apprentissage pré-algébrique au début du secondaire. En cherchant, entre autres, la place des objets de savoir dans les différents LTF de notre étude et de la possibilité qu'ils offrent aux élèves de se construire un rapport à ces savoirs complémentaires, compatibles ou en totale confrontation à l'institution principale d'apprentissage des mathématiques, la classe et le professeur, nous avons pu différencier ces LTF et ainsi les évaluer. (Souchard, 2007)

Annexe

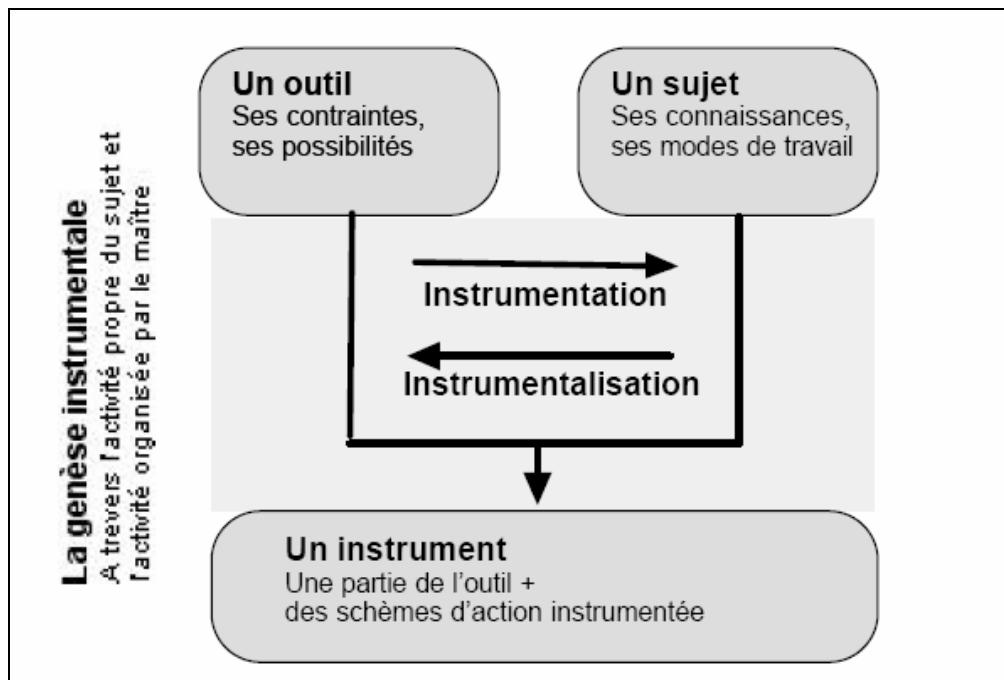


Figure 3 : La genèse instrumentale, comme combinaison de deux processus décrit par Luc Trouche

L'instrumentalisation part donc du sujet qui a ses connaissances ainsi que des propres modes de travail. Il va adapter l'outil à ses connaissances et ses modes de travail. Dans l'autre sens, celui de l'instrumentation, un outil, de par ses contraintes et ses possibilités, permet au sujet de construire de nouvelles connaissances grâce, ou à cause, de nouveaux modes de travail.

Références

- Abboud Blanchard, M., 1994, *L'intégration de l'outil informatique à l'enseignement secondaire des mathématiques : symptôme d'un malaise*, Thèse de doctorat, Didactique des mathématiques et de l'informatique, Université de Paris 7.
- Artigue, M., 2004, *Expérimentation de ressources en ligne*, disponible sur le site de l'IREM de l'université de Paris 7 : www.ccr.jussieu.fr/iremParis7, dans la rubrique : Projet région.
- Balacheff N., 1994, *La transposition informatique, un nouveau problème pour la didactique*. Vingt ans de didactique des mathématiques en France Artigue M. Grenoble : La Pensée Sauvage éditions, p. 364.
- Balacheff N., 1994, « Didactique et intelligence artificielle » in N. Balacheff et M. Vivet (Eds), *Didactique et intelligence artificielle*, Editions La Pensée Sauvage, Grenoble, p. 7- 42.
- Bonte Pierre et Izard Maurice, 1991, *Dictionnaire de l'anthropologie et de l'ethnologie*, Paris, PUF.
- Bruillard, E., 1997, *Les machines à enseigner*, Hermes.
- Chaptal, Alain, 2003, *L'efficacité des technologies éducatives dans l'enseignement scolaire*, L'Harmattan.
- Chevallard, Y. (1992) — *Concepts fondamentaux de la didactique : perspectives apportées par une approche anthropologique*, Recherches en didactique des mathématiques, Vol. 12, n°1, 73-121.
- Chevallard, Yves, 2003 a, *Didactique et formation des enseignants*, Journées d'études INRP-GÉDIAPS.
- Chevallard, Yves, 2003 b, *Approche anthropologique du rapport au savoir* in *Rapport au savoir et didactiques*, Fabert, p 81-104.
- Douglas, Mary, 2004, (1986), *Comment pensent les institutions ?*, La Découverte.
- Ministère de l'Éducation Nationale, 2005, *Programmes de mathématiques de la classe sixième*, Paris, CNDP.
- Ministère de l'Éducation Nationale, 2002, *Programmes du primaire*, BO, hors Série n°1 du 14 février, Paris.
- Souchard, L., 2003, *Analyse des ressources de logiciels tutoriels fermés dans l'enseignement pré-algébrique*, Reims, ITEM 2003.
- Souchard, L., 2004, *Analyse des ressources de Logiciels Tutoriels Fermés dédiés à l'enseignement des mathématiques*, Colloque REFORMA, Burkina Faso.
- Souchard, L., 2007, *Comparaison et usage de Logiciels Tuteurs Fermés dédiés à l'apprentissage de l'algèbre au collège*, Thèse (à paraître), Université de Paris 7.
- Tchounikine, P., 2004, *Platon-1 : quelques dimensions pour l'analyse des travaux de recherche en conception d'EIAH*, <http://archive.eiah.univ-lemans.fr>, consulté en septembre 2005.
- Trouche, L., 2003, version française du texte de la conférence *Mind and Machine*, conférence CAME, Computer Algebra in Mathematic Education, Reims.